

B2

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-151983

(43)Date of publication of application : 18.06.1993

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 10/44

H01M 12/08

H02M 3/00

(21)Application number : 03-315080

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 29.11.1991

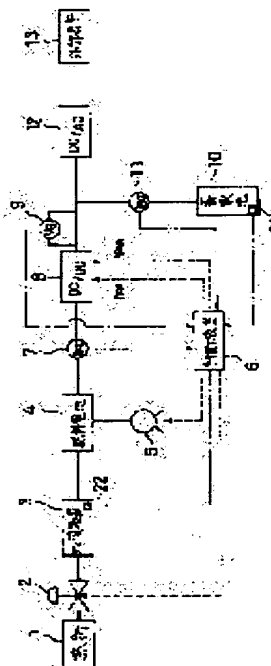
(72)Inventor : TAJIMA OSAMU  
WASHIMI SHINGO  
SHINDO KOJI  
YAMAMOTO SATOSHI  
YONEDA FUMIO

## (54) HYBRID FUEL CELL SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To generate momentary response and perform load follow-up power generation by varying the limitation of the output current of a fuel cell at a speed to permit the fuel cell to make following-up when the external load varies.

CONSTITUTION: As a current limiting means a DC/DC converter 8 is inserted in the outgoing current path of a fuel cell 4, and a storage battery 10 is connected with a series circuitry of the fuel cell 4 and converter 8. The converter 8 changes the upper limits of the output current of fuel cell 4 and the output voltage of the converter 8 in conformity to control signal applied to the gate circuit of a DC chopper. The outgoing current path of the fuel cell 4 and the current path of storage battery 10 are fitted with ammeters IFC 7, ISAT 11, respectively, to sense the currents, and the sensing signals therefrom are fed to a control device 6. On the basis of these sensing signals the current correction value IFR is calculated and fed to the converter 8 to make its current limitation variable. Therefore, the control device 6 can change the limitation of the outgoing current from the fuel cell 4 at a speed permitting it to make following-up, which allows generating a momentary response to rapidly changing external load, and thereby the load follow-up power generating is achieved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.03.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or]

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2989353

[Date of registration] 08.10.1999

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-151983

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 M 8/04

P

10/44

P

12/08

Z

H 0 2 M 3/00

C 8726-5H

審査請求 未請求 請求項の数4(全11頁)

(21)出願番号

特願平3-315080

(22)出願日

平成3年(1991)11月29日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地

(72)発明者 田島 収

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72)発明者 鷺見 晋吾

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72)発明者 進藤 浩二

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 中島 司朗

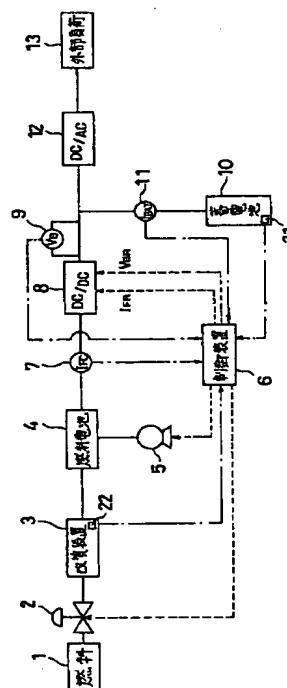
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハイブリッド燃料電池システム

(57)【要約】

【目的】 DC/DCコンバータのもつリミッタ(電流制限手段)を工夫して、燃料電池の出力をゼロ~100%の範囲で変化させると共に、外部負荷の急変に対しても瞬時に応答し、負荷追従発電ができるハイブリッド燃料電池システムを提供することを目的としている。

【構成】 燃料電池4と該燃料電池4の出力電流を制限する電流制限手段8との直列回路に蓄電池10が並列接続され、外部負荷13に対して電力供給を行うようにされたハイブリッド燃料電池システムにおいて、燃料電池4の出力電流と蓄電池10の充放電電流若しくは燃料電池4の出力電流と負荷電流を検出する電流検出手段8と、外部負荷が変動した場合において電流制限手段8による燃料電池4の出力電流の制限を、燃料電池4が追従できる速度で変化させる電流制限量可変手段6とを備えていることを特徴とする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 燃料電池と該燃料電池の出力電流を制限する電流制限手段との直列回路に蓄電池が並列接続され、外部負荷に対して電力供給を行うようにされたハイブリッド燃料電池システムにおいて、燃料電池の出力電流と蓄電池の充放電電流若しくは燃料電池の出力電流と負荷電流を検出する電流検出手段と、外部負荷が変動した場合において電流制限手段による燃料電池の出力電流の制限を、燃料電池が追従できる速度で変化させる電流制限可変手段と、を備えていることを特徴とするハイブリッド燃料電池システム。

**【請求項2】** 前記電流制限手段がゲート端子をもったDC/DCコンバータであり、このゲート端子に前記電流制限可変手段からの制御信号と、前記蓄電池の充電電流を監視してコンバータの出力電圧の制限を変更する電圧制限可変手段からの制御信号が加えられていることを特徴とする請求項1記載のハイブリッド燃料電池システム。

**【請求項3】** 前記電圧制限可変手段は、電流制限可変手段によって外部負荷への全供給電流を燃料電池が賄う状態になったとき作動し、燃料電池によって蓄電池の充電を行うことを特徴とする請求項2記載のハイブリッド燃料電池システム。

**【請求項4】** ハイブリッド燃料電池システムは、更に蓄電池の温度を検出する温度検出手段を有し、蓄電池の温度によってDC/DCコンバータの出力電圧を補正することを特徴とする請求項3記載のハイブリッド燃料電池システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明はハイブリッド燃料電池システムに関し、特に燃料電池の出力電流の制御装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** リン酸型、熔融炭酸塩型、固体電解質型等の燃料電池は、水素と空気（酸素）を反応させて水と電気を発生するようにしたものである。この燃料電池に供給される水素は、一般に、改質装置等を用いて天然ガス、メタノール等の燃料から生成され、且つ、その利用率は燃料電池での電池反応が十分進行するように通常80%程度以下に抑えられている。このような燃料電池を外部負荷に接続して運転する場合、外部負荷の変動がゆるやかである限り、その変化に応じて燃料電池への供給水素ガス量を増大又は減少させることにより、小さな外部負荷の変動に対しては十分な電力供給を行うことができるが、一方外部負荷の変化が急激であると、燃料電池への水素ガスの供給が間に合わないために、燃料電池内がガス欠状態となって漸時出力電圧を減少し、結果的に負荷の変動に追従できなくなる。それと共に、このよう

な状態での使用においては燃料電池からの排ガスがほとんどなくなるため、それを利用して燃料ガスの改質を行う改質装置が改質処理を行えなくなり、その結果、安全装置が作動して燃料電池が非常停止してしまうこととなる。

**【0003】** そこで、従来より、負荷の急変に対して必要な電流を供給すると共に、燃料電池の過酷な使用を防止するため、燃料電池の他に蓄電池を設け、両者によって外部負荷に給電できるようにしたハイブリッド燃料電池システムが採用されている。このシステムの基本構成は燃料電池の出力電流路にDC/DCコンバータを挿入し、この燃料電池とDC/DCコンバータの直列回路に並列に蓄電池を接続したものである。このハイブリッド燃料電池システムにおいては、燃料電池は常に略一定の電力を出力するように設計されており、負荷が急激に変化して増大した場合のみ、並設されている蓄電池により不足分を補うようになっている。負荷が安定してくると蓄電池からの出力はゼロとなり、燃料電池からの出力のみとなる。

**【0004】** つまり、例えば上記システムが電気自動車等に利用された場合であると、平地を一定速度で走行中は燃料電池からだけ電気が出力されているが、加速時又は登坂時は燃料電池の出力だけでは不足するので、蓄電池からの出力により不足分を補うようになっている。この場合、燃料電池の出力は略一定に保持された状態のままである。蓄電池の充電は、この燃料電池の出力の範囲内で行われる。燃料電池の出力を略一定に保持するように制御しているのが、DC/DCコンバータである。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】** ところで、上記従来のハイブリッド燃料電池システムにおいては、燃料電池の出力は略一定に保たれているため、外部負荷が小さい場合にはハイブリッドシステム内にヒーター等の内部負荷を設けて燃料電池の出力を略一定に保持する必要がある。このため、外部出力に比べて余分の発電が必要となり、エネルギー効率が大幅に低下するという欠点があった。

**【0006】** 本発明は上記課題に鑑み、DC/DCコンバータのもつリミッタ（電流制限手段）を工夫して、燃料電池の出力をゼロ～100%の範囲で変化させると共に、外部負荷の急変に対しても瞬時に応答し、負荷追従発電ができるハイブリッド燃料電池システムを提供することを目的としている。

**【0007】**

**【課題を解決するための手段】** 上記目的を達成するため、本発明は、燃料電池と該燃料電池の出力電流を制限する電流制限手段との直列回路に蓄電池が並列接続され、外部負荷に対して電力供給を行うようにされたハイブリッド燃料電池システムにおいて、燃料電池の出力電流と蓄電池の充放電電流若しくは燃料電池の出力電流と

負荷電流を検出する電流検出手段と、外部負荷が変動した場合において電流制限手段による燃料電池の出力電流の制限を、燃料電池が追従できる速度で変化させる電流制限可変手段とを備えていることを特徴とする。

【0008】ここで、前記電流制限手段がゲート端子をもったDC/DCコンバータであり、このゲート端子に前記電流制限可変手段からの制御信号と、前記蓄電池の充電電流を監視してコンバータの出力電圧の制限を変更する電圧制限可変手段からの制御信号が加えられている。又、前記電圧制限可変手段は、電流制限可変手段によって外部負荷への全供給電流を燃料電池が賄う状態になったとき作動し、燃料電池によって蓄電池の充電を行う。

【0009】ハイブリッド燃料電池システムは、更に蓄電池の温度を検出する温度検出手段を有し、蓄電池の温度によってDC/DCコンバータの出力電圧を補正する。

【0010】

【作用】上記構成によれば、電流検出手段によって負荷の変動量が検出されると共に、電流制限可変手段によって燃料電池の出力電流の制限を、燃料電池が追従できる速度で変化させる。したがって、外部負荷が急変した場合、燃料電池がしばらくの間は追従できないが、その間、蓄電池の放電によって外部負荷に対して必要な電力供給を行い、燃料電池の出力電流が電流制限可変手段の作用によって徐々に上昇してくると、蓄電池の放電量を抑えて燃料電池による外部負荷への電流量を増加させ、やがて燃料電池のみによって外部負荷に必要な電流を供給する。

【0011】

【実施例】図1は本発明にかかるハイブリッド燃料電池システムの構成を示す図であり、燃料1から燃料電池4までの実線はガス流路を示している。燃料1は燃料供給バルブ2を通じて改質装置3に供給され、ここで水素ガスに改質された後燃料電池4に供給される。燃料電池4は例えばリン酸型燃料電池が用いられ、上記改質装置3から供給される水素ガスと空気供給ファン5から供給される空気とを反応させて発電を行う。燃料電池4の利用率は通常80%であり、この程度の利用率となるよう、前記燃料供給バルブ2の開度が制御装置6によって制御されている。燃料電池4が上記利用率で運転されている際に生じる排ガスは、図示しない配管を通じて改質装置3に還流され燃焼に供されている。

【0012】燃料電池4から外部負荷13までの実線は電流路であり、燃料電池4の出力電流路には電流制限手段の一例としてのDC/DCコンバータ8が挿入されている。そして、燃料電池4とDC/DCコンバータ8の直列回路に並列に蓄電池10が接続され、この並列回路に対して外部負荷13がDC/ACインバータ12を介して接続されている。DC/ACインバータ12は外部

負荷13が交流で駆動するものである関係から用いているものであり、外部負荷13が直流で駆動できるものであるときは不要であることはいうまでもない。

【0013】前記DC/DCコンバータ8は、図示はしないが直流チョッパと変圧器と整流回路からなる公知の回路であり、直流チョッパのゲート回路に加える制御信号によって、燃料電池4の出力電流の上限値、DC/DCコンバータ8の出力電圧の上限値を変更できる。燃料電池4の出力電流路、蓄電池10の電流路には夫々の電流を検出するため電流検出手段として電流計 $I_{FC}$ 、 $I_{BAT}$ が設けられている。この電流計 $I_{FC}$ 、 $I_{BAT}$ の検出信号は制御装置6に入力され、後述する演算を行ってDC/DCコンバータ8のゲート回路に電流補正值 $I_{FR}$ を与え、DC/DCコンバータ8の電流制限量を可変している。

【0014】また、DC/DCコンバータ8の出力回路には出力電圧を検出するため電圧計 $V_B$ が設けられ、蓄電池10にはその温度 $T$ を検出する温度センサ21が設けられていて、これらの検出信号は制御装置6に入力され、後述する演算によりDC/DCコンバータ8のゲート回路に電圧補正值 $V_{BR}$ を与え、DC/DCコンバータ8の出力電圧の制限量を可変している。

【0015】制御装置6には上記の他にも入力信号として改質装置3の温度センサ22からの触媒温度検出信号が、入力信号として燃料供給バルブ2の開度制御信号と空気供給ファン5の回転数制御信号が適用されている。図2～図4は制御装置6の行う動作を示すフローチャートである。このうち、図2は燃料供給バルブ2の開度を制御するフローを示している。#1において、燃料電池の出力電流 $I_{FC}$ の値に対応したバルブ開度 $V$ を求め内部レジスタに記憶する。次いで、#2において改質装置3の触媒層温度を基準温度と比較し、基準温度より高い場合はレジスタに記憶したバルブ開度 $V$ の値を開方向に若干量補正する（#3）。逆に基準温度より低い場合は、レジスタに記憶したバルブ開度 $V$ の値を開方向に補正する（#4）。触媒層温度と基準温度とが一致した場合は補正は行わない。

【0016】以上の処理が終わるとレジスタの値を読み出し、バルブ2の開度をコントロールする（#5）。これによって、燃料電池4は常に規定の利用率で運転される。図3はDC/DCコンバータ8の電流補正值 $I_{FR}$ を生成するためのフローチャートである。#11において判断しているフラグ $F$ は、蓄電池10の放電時と充電時を識別するためのもので、後述するステップ#17と図4の#21とにおいて0又は1に変更される。

【0017】先ず、フラグ $F$ が0であると、図3のフローチャートが実行可能となって、#12において燃料電池4の出力電流 $I_{FC}$ と蓄電池10の充放電電流 $I_{BAT}$ とから負荷電流 $I_L$ の大きさが演算される。前記 $I_{BAT}$ は蓄電池10の放電時、正の値となり、充電時、負の値と

なる。但し、図3のフローチャートはフラグFの値によって放電時のみ実行できるようになっているので、I<sub>BAT</sub>はこの場合、正の値をとる。負荷電流I<sub>L</sub>はI<sub>FC</sub>とI<sub>BAT</sub>の和で与えられる。

【0018】続いて、#13において、負荷電流I<sub>L</sub>が

$$I_{FR} = I_{FR'} + \int (I_{FC} + I_{BAT}) dt \cdots (1)$$

但し、I<sub>FR'</sub>は直前のI<sub>FR</sub>の値である。

【0019】(1)式はいわゆる1次遅れ補正として知られた補正式であり、I<sub>FR</sub>は時間と共に(1)式右辺第2項の積分値の大きさだけ徐々に増大する。このようにI<sub>FR</sub>が時間的に漸増すると、それだけDC/DCコンバータ8のリミッタの制限電流が増大するので、燃料電池4の出力電流I<sub>FC</sub>も増大し、やがて外部負荷の全てを燃料電池の出力によって賄うことができるが、それまでの間は蓄電池10からの放電に頼らざるを得ない。#16は蓄電池10の放電電流I<sub>BAT</sub>を監視し、その値が零になるまで(1)式の演算を続行するようにしている(#16→#14→#15)。そして、蓄電池10の放電電流I<sub>BAT</sub>が零になると、フラグFを1に設定し(#17)、処理を終える。一方、#13において、負荷電流が変化していないときは、I<sub>FR</sub>の値を変更することなく、直前のI<sub>FR</sub>と同じ値をDC/DCコンバータ8に加える(#18)。

【0020】図5は外部負荷が急激に変化した場合における燃料電池4の出力電流I<sub>FC</sub>、及び蓄電池10の充放電電流I<sub>BAT</sub>の変化を示している。この図から図3のフローチャートは時刻t<sub>2</sub>に至るまでの動作を制御していることが理解される。図4はDC/DCコンバータ8の電圧補正值V<sub>BR</sub>を生成するためのフローチャートである。#21でフラグFが1であることを確認した後、蓄電池10の温度センサ21の検出温度Tが所定の温度T<sub>1</sub>より低いかどうか判定し(#22)、T ≤ T<sub>1</sub>の場合、電圧補正值V<sub>BR</sub>を第1の電圧値に設定する(#23)。この第1の電圧値の大きさは、DC/DCコンバータ8の出力電圧V<sub>B</sub>が蓄電池10の開放電圧よりも高く、従って燃料電池4から外部負荷に対して全電流を供給すると同時に蓄電池10に充電電流を流すことのできる程度の電圧となるよう設定される。このようなV<sub>BR</sub>に設定されると、蓄電池10に対して充電が開始する。そして、充電の進行と共に、蓄電池10の温度Tが高まり、やがて所定の温度T<sub>1</sub>に達すると、#24に進み、蓄電池10の温度Tを監視しつつ電圧補正值V<sub>BR</sub>を温度Tと反比例的に徐々に下げて行く。これを蓄電池10の温度TがT<sub>2</sub>に達するまで続行する。温度T<sub>2</sub>は蓄電池10が充電可能な上限温度に達した時の温度が設定される。そして、T = T<sub>2</sub>になると(#25)、V<sub>BR</sub>として第2の電圧値を生成し、DC/DCコンバータ8に入力する(#26)。第2の電圧値としては、燃料電池から外部負荷に対して全電流を供給している状態においてDC/DCコンバータ8の出力電圧V<sub>B</sub>が蓄電池10の開

変化したかどうか判定され、負荷電流I<sub>L</sub>が変化し、ていると判断されると、I<sub>FR</sub>の値を次式に基づいて演算し(#14)、演算後のI<sub>FR</sub>を新たな補正值としてDC/DCコンバータ8に加える(#15)。

放電圧と同じになるようなV<sub>BR</sub>値である。このため、V<sub>BR</sub>が第2の電圧に設定されると、蓄電池10にはもはや、充電電流は流れない。もちろん、放電電流も流れない。以上の処理を完了するとフラグFをリセットする(#27)。図5の時刻t<sub>2</sub>以降の充電動作は、上記フローチャートによって実行される。

【0021】#27において、フラグFがリセットされると、図3に示したフローチャートが実行可能になり、負荷が急変したことを条件に図3のフローが開始する。このように、図3と図4は、図3の処理が実行されて後、図4の処理が実行可能となるような関係となっている。尚、図3の処理で得られるI<sub>FR</sub>と図4の処理で得られるV<sub>BR</sub>とはDC/DCコンバータ8のゲート回路に同時に加えられているが、ゲート回路側が2者(I<sub>FR</sub>、V<sub>BR</sub>)のうち、アクティブな方を選択することができるようになっており、従って、図3のフローの処理中はI<sub>FR</sub>が、図4のフローの処理中はV<sub>BR</sub>が選択される。

【0022】図6は上記図4のフローチャートの動作の下で蓄電池10の温度によってDC/DCコンバータ8の出力電圧がどのように変化しているかを示している。但し、図はT<sub>1</sub>として20℃、T<sub>2</sub>として60℃に設定し、V<sub>BR</sub>が第1の電圧値のときDC/DCコンバータ8の出力電圧V<sub>B</sub>を130Vに、第2の電圧値のとき100Vに夫々設定した例である。

【0023】蓄電池10の充電を上記のように温度によって制限しているのは、過充電を自動的に防止するためである。単に放電後充電するだけなら、温度センサ21の検出温度を監視する必要はない。又、温度センサ21の検出温度TによってDC/DCコンバータ8の出力電圧V<sub>B</sub>を変換する場合において、その特性曲線は図6に限られるものではなく、例えば、図7に示す曲線を用いることもできる。

【0024】更に、上記実施例では、DC/DCコンバータ8のリミッタの制限電流量を変換するために(1)式に示した1次遅れ補正式を用いているが、これは燃料電池が無理なく追従することのできる出力電流の変化の一例であるので、他の任意の補正方法を用いることができることはいうまでもない。他の補正方法としては、階段状に増加する曲線に従って、I<sub>FR</sub>を増大する方法とか、制御装置6内に、燃料電池の各瞬時の利用率、燃料電池への水素ガス供給量の変化特性、外部負荷の変化量、蓄電池10の放電容量等必要な入力情報に基づいてI<sub>FR</sub>をどのように可変するかを定めたプログラムを前もって組み込んでおき、このプログラムによってI<sub>FR</sub>を算

出する方法等がある。

【0025】更に、実施例では、燃料電池の出力電流  $I_{FC}$  と蓄電池の充放電電流  $I_{BAT}$  の2者を検出し、これから負荷電流を算出し、最終的にDC/DCコンバータ8の電流補正值  $I_{FR}$  を求めているが、負荷電流  $I_L$  と、上記2つの電流の一方を検出するようにしてもよい。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、燃料電池と該燃料電池の出力電流を制限する電流制限手段との直列回路に蓄電池が並列接続され、外部負荷に対して電力供給を行うようにされたハイブリッド燃料電池システムにおいて、外部負荷が変動した場合、電流制限手段による燃料電池の出力電流の制限を、電流制限量可変手段によって燃料電池が追従できる速度で変化させるものであるから、従来のハイブリッド燃料電池システムのように電流制限手段による制限電流が一定のものと異なり、どのような外部負荷の変化に対しても、蓄電池と協働して外部負荷の変動に追従することができるといった効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるハイブリッド燃料電池システム

の構成を示す図である。

【図2】燃料供給バルブの開度制御を示すフローチャートである。

【図3】DC/DCコンバータの電流補正值を生成するためのフローチャートである。

【図4】DC/DCコンバータの電圧補正值を生成するためのフローチャートである。

【図5】外部負荷が急激に変化した場合における燃料電池の出力電流、及び蓄電池の充放電電流の変化を示す図である。

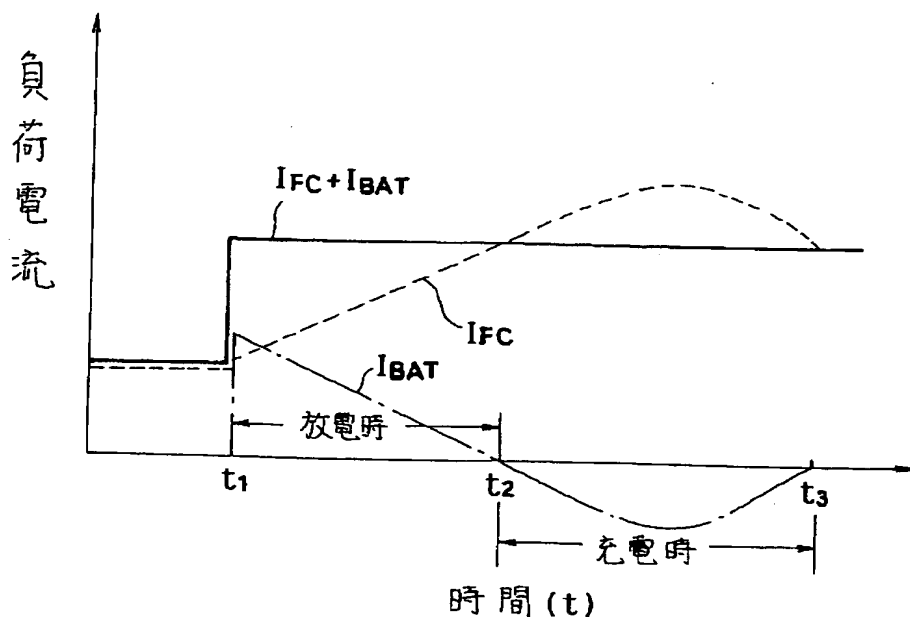
【図6】図4のフローチャートの動作の下で蓄電池の温度によってDC/DCコンバータの出力電圧がどのように変化しているかを示す図である。

【図7】図4のフローチャートの動作の下で蓄電池の温度によってDC/DCコンバータの出力電圧がどのように変化しているかを示す図である。

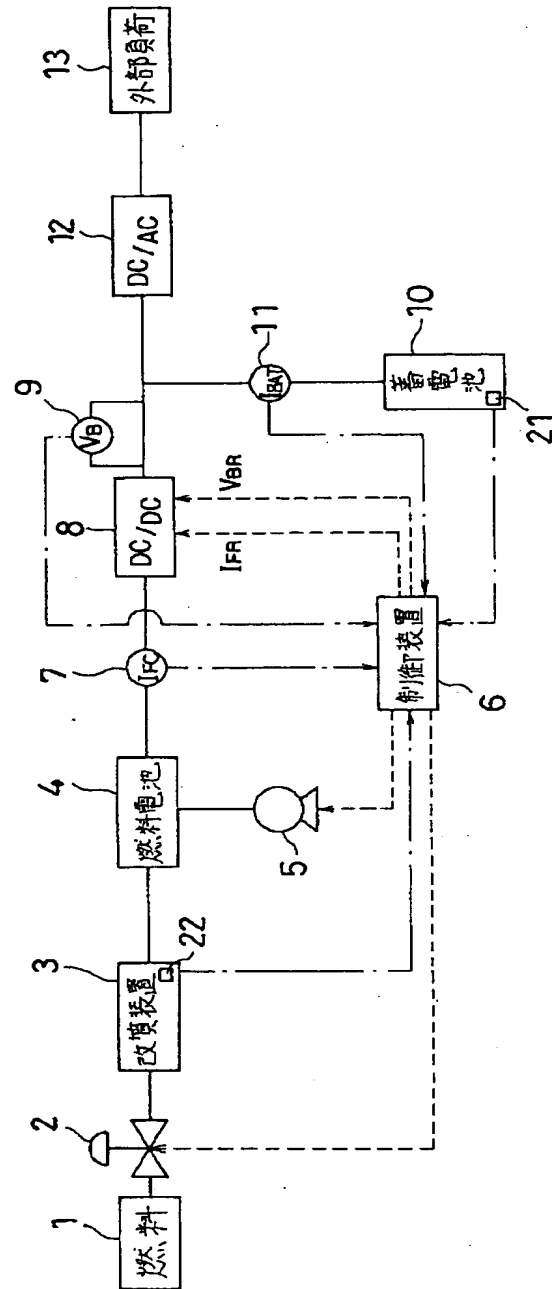
【符号の説明】

- 4 燃料電池
- 7・11 電流計
- 8 DC/DCコンバータ
- 10 蓄電池

【図5】

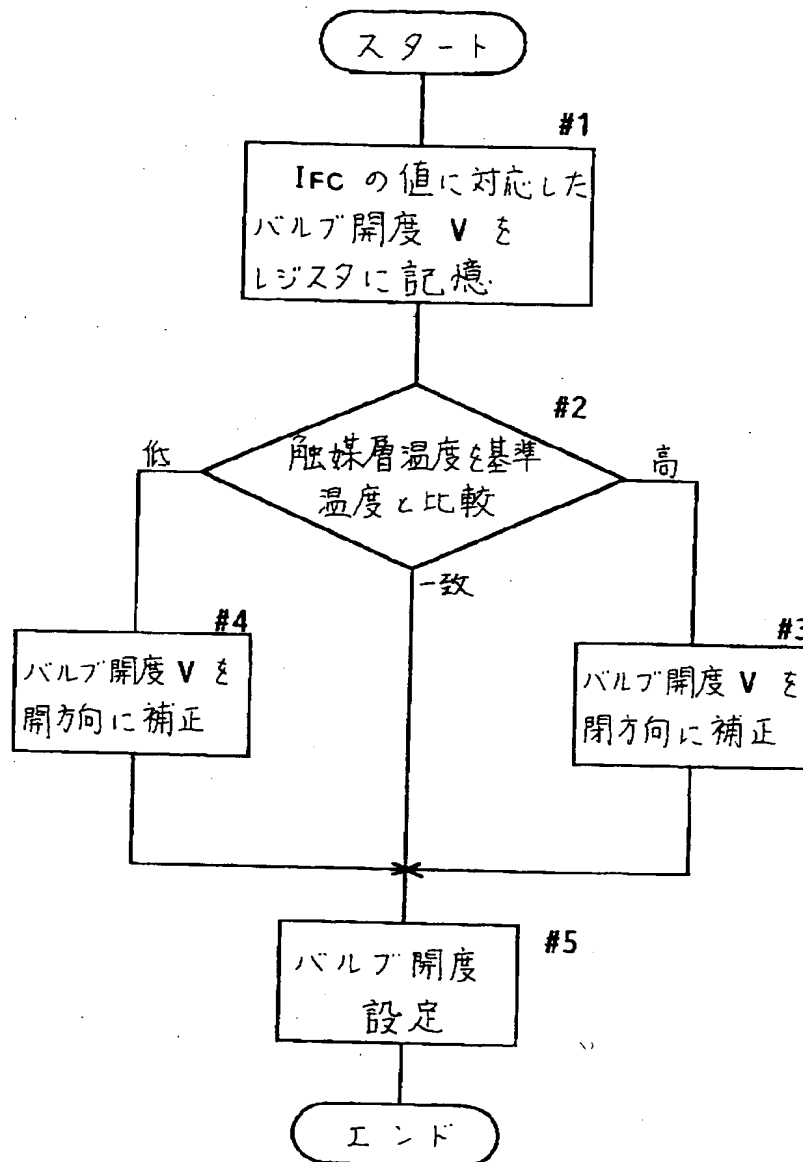


【図1】

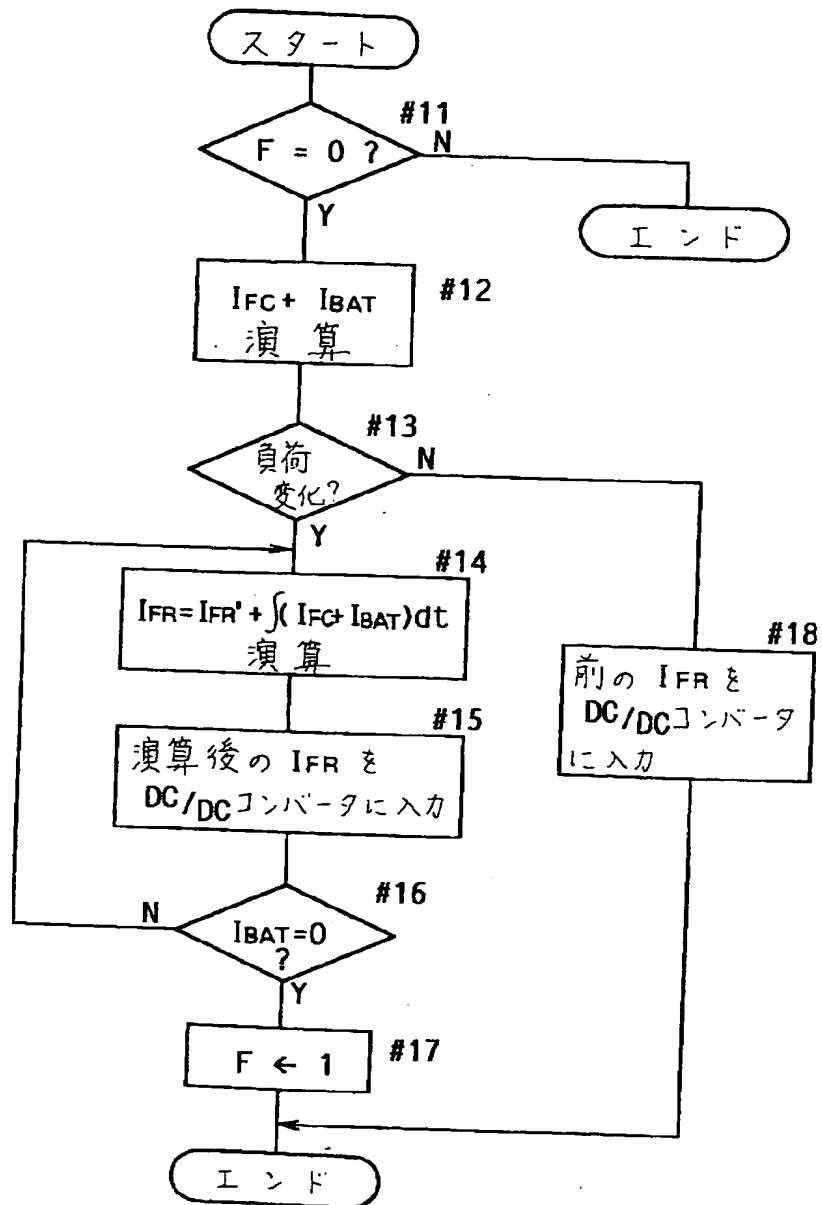




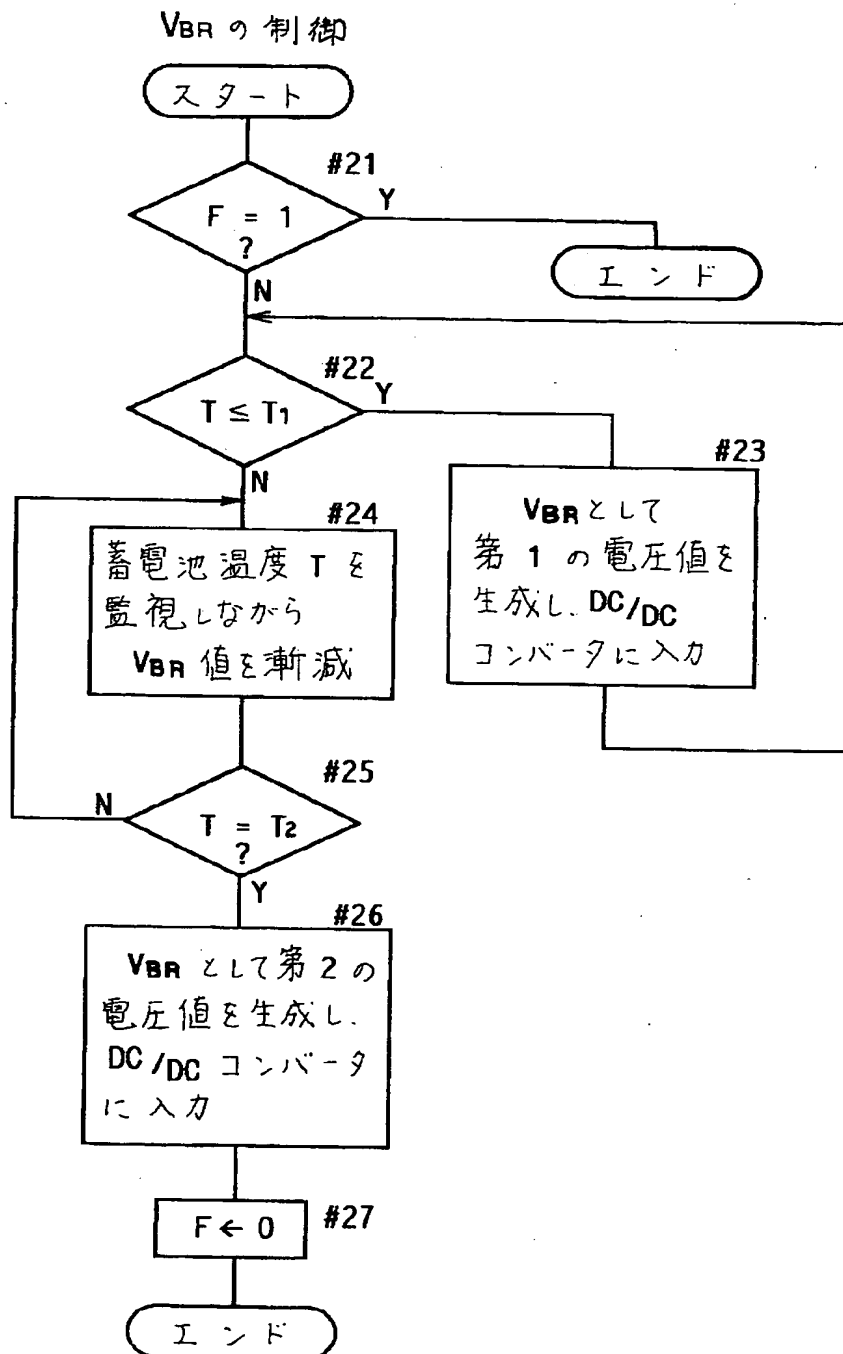
【図2】



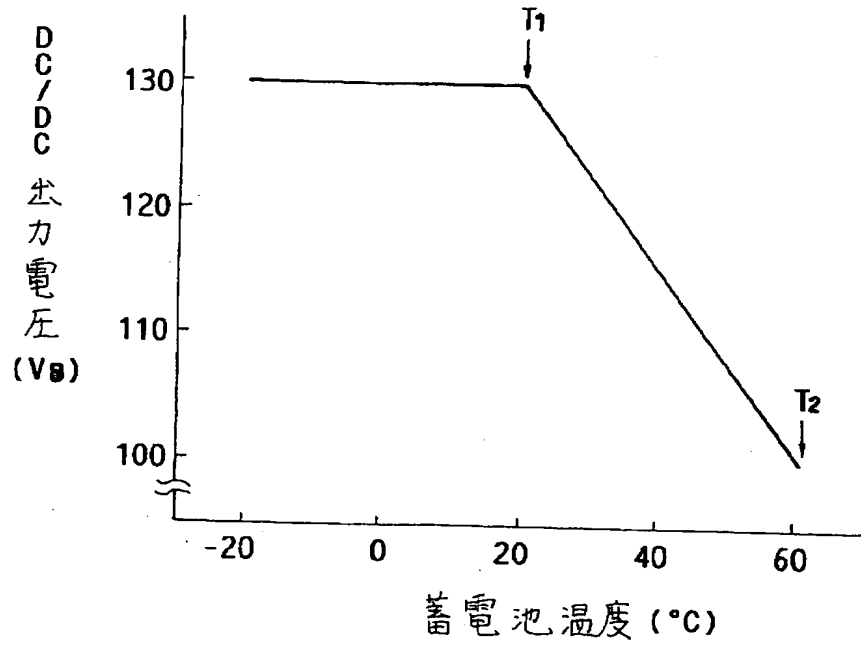
【図3】



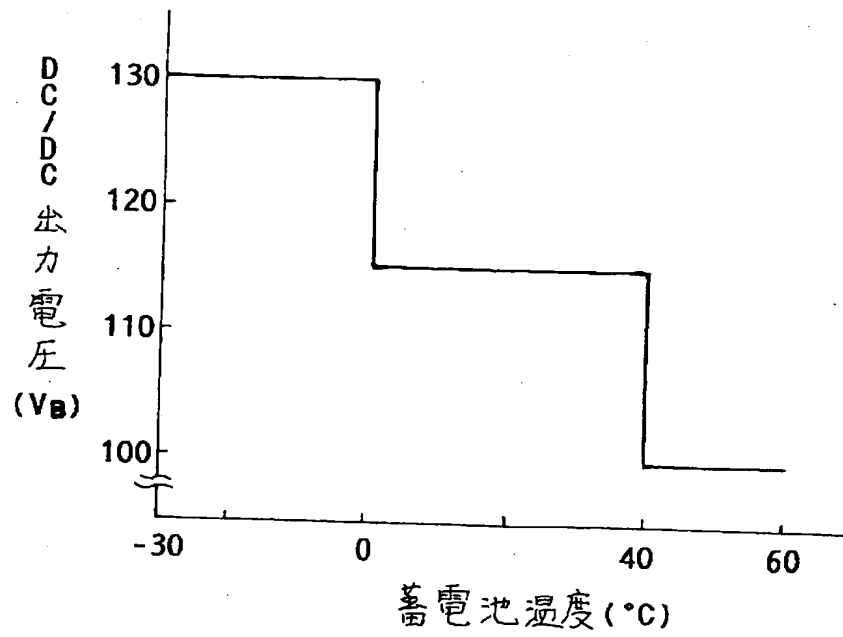
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 聡史  
守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株  
式会社内

(72)発明者 米田 文生  
守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株  
式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成8年(1996)5月31日

【公開番号】特開平5-151983

【公開日】平成5年(1993)6月18日

【年通号数】公開特許公報5-1520

【出願番号】特願平3-315080

【国際特許分類第6版】

H01M	8/04	P 9444-4K
	10/44	P 8939-4K
	12/08	Z 7141-4K
H02M	3/00	C 8726-5H

【手続補正書】

【提出日】平成7年3月28日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】制御装置6には上記の他にも入力信号として改質装置3の温度センサ22からの触媒温度検出信号が、出力信号として燃料供給バルブ2の開度制御信号と空気供給ファン5の回転数制御信号が適用されている。図2～図4は制御装置6の行う動作を示すフローチャー

トである。このうち、図2は燃料供給バルブ2の開度を制御するフローを示している。#1において、燃料電池の出力電流 $I_{FC}$ の値に対応したバルブ開度 $V$ を求め内部レジスタに記憶する。次いで、#2において改質装置3の触媒層温度を基準温度と比較し、基準温度より高い場合はレジスタに記憶したバルブ開度 $V$ の値を開方向に若干量補正する(#3)。逆に基準温度より低い場合は、レジスタに記憶したバルブ開度 $V$ の値を開方向に補正する(#4)。触媒層温度と基準温度とが一致した場合は補正は行わない。